

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-31762

(P2002-31762A)

(43) 公開日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 21/06

識別記号

F I

G 0 2 B 21/06

テーマコード(参考)

2 H 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-214527(P2000-214527)

(22) 出願日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 大淵 達朗

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

Fターム(参考) 2H052 AA09 AB02 AB18 AC04 AC05

AC06 AC14 AC26 AC27 AC34

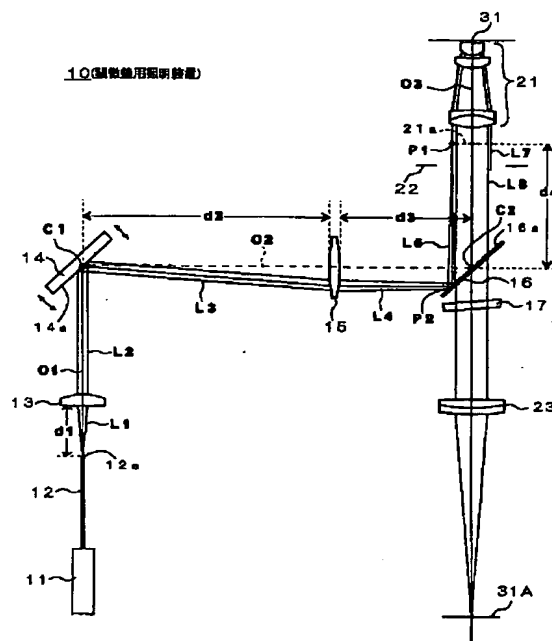
AD03 AD32 AD34 AF14

(54) 【発明の名称】 顕微鏡用照明装置

(57) 【要約】

【課題】 対物レンズを介して標本を照明するに当たって、標本への照明光の入射角を高精度かつ容易に調整できる顕微鏡用照明装置を提供すること。

【解決手段】 対物レンズ21の光軸O3に対し交差する方向O2に沿って集光光を射出する射出手段11~15と、集光光を光軸O3に沿って対物レンズ21の方向に反射し、標本31からの観察光を透過する光学部材17とを備える。射出手段11~15と光学部材16とは、集光光の集光点が対物レンズ21の後側焦点面に一致するように配置される。射出手段11~15は、レーザ光源11と拡大光学系12、13と反射光学系14と集光光学系15とで構成される。集光光学系15の光軸は上記した方向O2に平行である。反射光学系14は、集光光学系15の光軸と拡大光学系12、13の光軸とに垂直な軸のまわりに回転可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対物レンズの光軸に対し交差する所定方向に沿って集光光を射出する射出手段と、

前記射出手段から射出された前記集光光を前記対物レンズの光軸に沿って前記対物レンズの方向に反射し、標本から発生して前記対物レンズを通過した観察光を透過する光学部材とを備え、

前記射出手段と前記光学部材とは、前記集光光の集光点が前記対物レンズの後側焦点面に一致するように配置され、

前記射出手段は、レーザ光源と、該レーザ光源から射出される光の径を拡大する拡大光学系と、該拡大光学系によって径が拡大された光を反射する反射光学系と、該反射光学系によって反射された光を集光する集光光学系とを有し、

前記集光光学系は、光軸が前記所定方向に平行であり、前記反射光学系は、前記集光光学系の光軸と前記拡大光学系の光軸とに垂直な軸のまわりに回転可能であることを特徴とする顕微鏡用照明装置。

【請求項2】 請求項1に記載の顕微鏡用照明装置において、

前記光学部材は、前記集光光の波長領域の光を反射すると共に該波長領域よりも長い波長領域の光を透過するダイクロイックミラーと、であることを特徴とする顕微鏡用照明装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の顕微鏡用照明装置において、

前記光学部材を透過した前記観察光の光路中に、前記集光光の波長領域の光を遮断するバンドパスフィルターを設けたことを特徴とする顕微鏡用照明装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3の何れか1項に記載の顕微鏡用照明装置において、前記反射光学系から前記集光光学系までの距離は、前記集光光学系の焦点距離に等しいことを特徴とする顕微鏡用照明装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、標本を観察する顕微鏡に組み込まれ、光の全反射を利用して標本を照明する顕微鏡用照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、照明光を屈折率の高い媒質から入射させて、屈折率の低い媒質との境界面で全反射させることにより、屈折率の低い媒質中の標本を照明する顕微鏡用照明装置（一種の暗視野照明装置）が知られている。屈折率の低い媒質中には境界面から光が染み出すため、この染み出した光によって標本を照明することができる。

【0003】このような顕微鏡用照明装置の一例として、図4に示す構成、すなわち、標本51を挟んで対物

10 レンズ52の反対側に配置されたコンデンサレンズ53を用いる構成について説明する（例えば、八鹿寛二著「生物顕微鏡の基礎」P.88-89、培風館（1973））。この照明装置では、コンデンサレンズ53の中心部が遮へいされ、周辺部にスリット54が設けられている。スリット54を通過した光L11は、コンデンサレンズ53を通過したのち（光L12）、オイル55とスライドガラス56とを介して水57に入射しようとする。ここで、スライドガラス56の方が水57よりも屈折率が高いため、光L12の入射角が臨界角以上の場合には、スライドガラス56と水57との境界面で全反射する（光L13）。

20 【0004】そして、境界面から水57に染み出した光によって標本51が照明される。標本51で乱反射した光や蛍光は、対物レンズ52が油浸対物レンズの場合、水57とカバーガラス58とオイル59とを介して対物レンズ52に入射する。この照明装置によれば、スライドガラス56と水57との境界面で全反射した光L13は再びコンデンサレンズ53を通過し、標本51から発生した光のみが対物レンズ52に入射するため、標本51からの乱反射光や蛍光のみを観察することができる。

【0005】

30 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の照明装置（図4）では、水57を介して標本51を観察するため、収差が大きく鮮明な像が得られないという問題があった。また、スライドガラス56と水57との境界面から水57に染み出した光が標本51を透過した場合に、この透過光も対物レンズ52に入射してしまうため、コントラストの良い像が得られない。

40 【0006】これに対して、対物レンズ側から対物レンズを介して照明光を導き、標本を照明する顕微鏡用照明装置が近年提案されている。例えば、M.Tokunaga et al, Biochemical and Biophysical Research Communications 235, p.49(1997)に示された照明装置では、図5に示すように、レーザ光源(YAG532)から射出された光がNDフィルタ、レンズ(L1)、λ/4板、アパーチャ(A)、レンズ(L2)、ミラー(M)、ダイクロイックミラー(DM)、対物レンズ(OL)を介して標本に導かれる。

50 【0007】この照明装置によれば、水を介さずに標本を観察でき、また、水に染み出した光が標本を透過しても対物レンズ(OL)に入射することはない。しかし、対物レンズ(OL)を通過して標本側に導かれる光の入射角をミラー(M)の平行移動によって調整するため、微妙な調整が難しいという問題があった。本発明の目的は、対物レンズを介して標本を照明するに当たって、標本への照明光の入射角を高精度かつ容易に調整できる顕微鏡用照明装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の顕微鏡用照明装置は、対物レンズの光軸に対し交差する所定方向に沿

て集光光を射出する射出手段と、射出手段から射出された集光光を対物レンズの光軸に沿って対物レンズの方向に反射し、標本から発生して対物レンズを通過した観察光を透過する光学部材とを備えたものである。さらに、射出手段と光学部材とは、集光光の集光点が対物レンズの後側焦点面に一致するように配置される。

【0009】また、射出手段には、レーザ光源と、該レーザ光源から射出される光の径を拡大する拡大光学系と、該拡大光学系によって径が拡大された光を反射する反射光学系と、該反射光学系によって反射された光を集光する集光光学系とが設けられる。射出手段の集光光学系の光軸は上記した所定方向に平行である。反射光学系は、集光光学系の光軸と拡大光学系の光軸とに垂直な軸のまわりに回転可能である。

【0010】この顕微鏡用照明装置によれば、反射光学系の回転によって集光光の集光点を対物レンズの後側焦点面内で移動させるので、対物レンズを通過して標本側に導かれた光の入射角を精度良く簡単に調整することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0012】本実施形態は、請求項1～請求項4に対応する。本実施形態の顕微鏡用照明装置10は、図1に示すように、レーザ光源11と、ファイバ12と、コリメートレンズ13と、ミラー14（反射光学系）と、集光レンズ15（集光光学系）と、ダイクロイックミラー16（光学部材）と、バンドパスフィルタ17とで構成されている。ファイバ12およびコリメートレンズ13は、請求項の「拡大光学系」に対応する。

【0013】レーザ光源11は、波長488nmの平行光を射出するアルゴンレーザである。ファイバ12は、直径50μmのシングルモードファイバである。コリメートレンズ13は、ファイバ12の端面12aからコリメートレンズ13の焦点距離d1（100mm）だけ離れた地点に配置される。

【0014】ミラー14は、平面反射鏡である。ミラー14の反射面14aには、コリメートレンズ13の光軸O1と集光レンズ15の光軸O2との交点C1が含まれる。このミラー14は、光軸O1、O2に垂直で交点C1を含む軸のまわりに回転可能である。ミラー14の回転角は、不図示のねじ機構によって高精度に調整できる。集光レンズ15は、ミラー14の反射面14a（交点C1）から距離d2だけ離れた地点に配置される。この距離d2は、集光レンズ15の焦点距離（160mm）に等しい。集光レンズ15の光軸O2は、コリメートレンズ13の光軸O1に対して垂直である。また、集光レンズ15の光軸O2は、顕微鏡（不図示）の対物レンズ21の光軸O3に対しても垂直である。集光レンズ15から対物レンズ21の光軸O3までの距離をd3とす

る。この距離d3は、集光レンズ15の焦点距離d2より小さい。

【0015】ダイクロイックミラー16は、レーザ光源11から射出される光の波長領域（488nm付近）に含まれる光を反射し、この波長領域（488nm付近）よりも長い波長領域（515nm～550nm）に含まれる光を透過する。ダイクロイックミラー16の反射面16aには、集光レンズ15の光軸O2と対物レンズ21の光軸O3との交点C2が含まれる。

10 【0016】このダイクロイックミラー16は、光軸O2、O3から45°傾けて配置される。ダイクロイックミラー16の反射面16a（交点C2）から対物レンズ21の後側焦点面21aまでの距離をd4とする。この距離d4と上記距離d3との和（d3+d4）は、集光レンズ15の焦点距離（d2）に等しい。バンドパスフィルタ17は、波長領域（488nm付近）に含まれる光を遮断し、波長領域（515nm～550nm）に含まれる光を透過する。バンドパスフィルタ17は、上記ダイクロイックミラー16を挟んで、対物レンズ21と

20 は反対側に配置される。

【0017】上記のように構成された顕微鏡用照明装置10において、レーザ光源11から射出された平行光は、ファイバ12の一方の端面に集光され、ファイバ12を伝搬したのち他方の端面12aから射出される（拡散光L1）。そして、拡散光L1は、コリメートレンズ13によって集光され、平行光L2となる。このように、ファイバ12とコリメートレンズ13とを通過することで、レーザ光源11から射出された平行光の径が拡大される。

30 【0018】ファイバ12およびコリメートレンズ13によって径が拡大された平行光L2は、ミラー14に導かれて反射面14aで反射する（平行光L3）。ミラー14で反射した平行光L3の進行方向は、ミラー14の回転角によって決まる。本実施形態において、平行光L3の進行方向は、光軸O2から光軸O1側に傾いている。

【0019】平行光L3は、集光レンズ15によって集光され、集光光L4となる。ここで、ミラー14の反射面14a（交点C1）から集光レンズ15までの距離d2が集光レンズ15の焦点距離に等しいため、集光レンズ15を透過して得られた集光光L4の光路は、集光レンズ15の光軸O2に平行となる。すなわち、集光光L4は、集光レンズ15の光軸O2に平行な方向（所定方向）に沿って射出される。

40 【0020】そして、集光光L4は、ダイクロイックミラー16に導かれて反射面16aで対物レンズ21の方向に反射する（集光光L5）。ダイクロイックミラー16で反射した集光光L5の進行方向は、対物レンズ21の光軸O3に平行である。ここで、集光レンズ15から交点C2までの距離d3と交点C2から対物レンズ21

の後側焦点面21aまでの距離d4との和( $d3+d4$ )が集光レンズ15の焦点距離に等しく、かつ、ダイクロイックミラー16が光軸O2、O3から45°傾けて配置されるため、集光光L5の集光点P1は、対物レンズ21の後側焦点面21aに一致する。

【0021】また、ミラー14で反射した平行光L3の進行方向を光軸O2から光軸O1側に傾けたため、集光光L5の集光点P1は、対物レンズ21の後側焦点面21aの中で、光軸O3から距離d(図2参照)だけ離れた周辺部に位置する。ちなみに、後側焦点面21aにお

ける集光光L5のスポット径は、ファイバ12を射出した光束の径に、集光レンズ15の焦点距離とコリメートレンズ13の焦点距離の比を乗じたものとなる。ファイバ12の径が50μm、コリメートレンズ13の焦点距離が100mm、集光レンズ15の焦点距離が160mmの場合、集光光L5のスポット径は80μmとなる。

【0022】このように、本実施形態の顕微鏡用照明装置10によって対物レンズ21の後側焦点面21aに集光された光(集光光L5)は、対物レンズ21を介して標本31側に導かれ、標本31を照明する平行光とな

る。つまり、標本31は、対物レンズ21を通過した平行光によって照明される。ここで、標本31は、図2に示すように、カバーガラス35とスライドガラス33との間に保持された水34の中に浸されている。このような標本31を観察するに当たって、対物レンズ21には、オイル32(d線587nmにおける屈折率1.52)による油浸対物レンズが用いられる。ちなみに、対物レンズ21の開口数NAは1.4であり、倍率は60倍または100倍である。

【0023】したがって、対物レンズ21を通過した平行光L6は、オイル32を介して、スライドガラス33から水34へ入射しようとする。しかし、スライドガラス33の屈折率(1.52)の方が水34の屈折率(1.33)より高いため、平行光L6の入射角θが臨界角よりも大きい場合、平行光L6はスライドガラス33と水34との境界面で全反射する。

【0024】一般に、平行光L6がスライドガラス33と水34との境界面で全反射するときの入射角θの条件は、次の式(1)で表される。ただし、n1はスライドガラス33の屈折率(1.52)、n2は水34の屈折率

$$n1 \cdot \sin\theta > n2 \quad \dots (1)$$

本実施形態では、開口数NA(=  $n1 \cdot \sin\alpha$ )が1.4の対物レンズ21を用いたため、平行光L6の入射角θが次の関係式(2)を満足するとき、スライドガラス33と水34との境界面で全反射を起こすことができる。

【0025】

$$1.33 < (n1 \cdot \sin\theta) < 1.4 \quad \dots (2)$$

ところで、平行光L6の入射角θは、対物レンズ21の後側焦点面21aにおける集光点P1の位置(光軸O3

からの距離d)に応じて一意的に決まる。入射角θと距離dとの関係は次の式(3)で表される。ただし、n1はスライドガラス33の屈折率(1.52)、fは対物レンズ21の焦点距離である。

$$[0026] \quad n1 \cdot \sin\theta = d/f \quad \dots (3)$$

したがって、平行光L6をスライドガラス33と水34との境界面で全反射させるには、集光点P1の位置を対物レンズ21の後側焦点面21aの中で移動させ、光軸O3からの距離dが次の関係式(4)を満足するように調整すればよい。

$$1.33f < d < 1.4f \quad \dots (4)$$

ちなみに、上記の関係式(4)を満足する範囲は、対物レンズ21の後側焦点面21aの中の周辺部(径方向の幅は0.15mm程度)である。上述したように、対物レンズ21の後側焦点面21aにおける集光光L5のスポット径は80μm程度であるため、この集光光L5の集光点P1を上記関係式(4)を満足する範囲内に調整するには高い精度が要求される。

【0027】本実施形態の顕微鏡用照明装置10(図1)では、ミラー14の回転角に応じて平行光L3の進行方向を変え、平行光L3の進行方向に応じて、集光光L4がダイクロイックミラー16に入射する地点P2を移動させることができる。さらに、ダイクロイックミラー16に入射する集光光L4の地点P2が移動すると、ダイクロイックミラー16で反射した集光光L5の光路も移動する。

【0028】ミラー14の回転軸が光軸O1、O2に垂直なため、ダイクロイックミラー16における地点P2の移動は、対物レンズ21の径方向に沿ったものとなる。このため、ダイクロイックミラー16で反射した集光光L5の光路も径方向に移動する。

【0029】なお、平行光L3の進行方向が変わっても、集光光L4は常に集光レンズ15の光軸O2に沿って射出される。このため、ダイクロイックミラー16で反射した集光光L5も常に対物レンズ21の光軸O3に沿って進行する。このように、本実施形態の顕微鏡用照明装置10では、ミラー14の回転角を調整することにより、対物レンズ21の後側焦点面21aにおける集光光L5の集光点P1を径方向に移動させることができる。

【0030】したがって、ミラー14の回転角の調整により、集光光L5の集光点P1を上記関係式(4)を満足する範囲内に、すなわち、対物レンズ21の後側焦点面21aの中の周辺部(径方向の幅は0.15mm程度)に精度良く位置決めすることができる。このとき、対物レンズ21を通過して標本31側に導かれた平行光L6(図2)は、スライドガラス33と水34との境界面で全反射し、再び対物レンズ21を通過して(戻り光L7)、ダイクロイックミラー16の方へ進行する。

【0031】一方、スライドガラス33と水34との境

界面のうち、平行光L6が全反射した箇所では、一部の光が境界面から水34側に染み出している。水34に浸された標本31は、この染み出した光によって照明される。ちなみに、照明範囲は、対物レンズ21の倍率が60倍の場合、 $160\mu\text{m}$ 程度である。全反射する平行光L6を用いて照明された標本31は、四方八方に蛍光を発生する。標本31からの蛍光の波長は、平行光L6の波長( $488\text{nm}$ )よりも長く、 $515\text{nm}\sim 550\text{nm}$ 程度である。標本31からの蛍光は、対物レンズ21を通過して集光され、平行な観察光L8(図1)となる。

【0032】この観察光L8は、ダイクロイックミラー16を透過したのち、バンドパスフィルタ17に導かれ、このバンドパスフィルタ17も透過して、顕微鏡(不図示)の結像レンズ23に至る。したがって、像面31Aには標本31から発生した蛍光(観察光L8)による像(標本像)が形成される。

【0033】ちなみに、対物レンズ21を通過した戻り光L7は、ダイクロイックミラー16で反射する。さらに、ダイクロイックミラー16を透過してしまった戻り光L7の成分が存在してもバンドパスフィルタ17で遮断される。このように、本実施形態の顕微鏡用照明装置10では、標本31から発生した蛍光(観察光L8)の光路中にダイクロイックミラー16およびバンドパスフィルタ17を設けて波長選択するので、標本31の照明に用いられた戻り光L7やレンズ表面における反射光が微弱な観察光L8に混じって結像レンズ23に到達することはない。したがって、像面31Aには、S/N比が大きく、非常にコントラストの良い標本像が得られる。

【0034】さらに、本実施形態の顕微鏡用照明装置10では、ミラー14の回転によって集光光L5の集光点P1を対物レンズ21の後側焦点面21a内で移動させる(すなわち対物レンズ21を通過した平行光L6の入射角 $\theta$ を調整する)ので、高精度な位置決め(調整)を簡単に行うことができる。通常、倍率の異なる対物レンズ21は焦点距離も異なるので、対物レンズ21を倍率の異なるものに交換した場合には、平行光L6の全反射条件(上記の関係式(4))に応じて、集光光L5の集光点P1(平行光L6の入射角 $\theta$ )を改めて調整し直さなければならない。

【0035】本実施形態の顕微鏡用照明装置10では、ミラー14の回転によって簡単に高精度な調整を行うことができるため、対物レンズ21の倍率交換にも容易に対応でき、全反射する平行光L6を用いた標本31の照明が容易に実現する。なお、対物レンズ21の交換は胴付面22を基準面として行われる。次に、上記の顕微鏡用照明装置10を組み込んだ倒立顕微鏡20について簡単に説明する。図3に示すように、倒立顕微鏡20では、結像レンズ23と像面31Aとの間にミラー24が配置される。このミラー24を介して像面31Aに形成

された標本像は、リレー光学系25を介して像面31Bまたは像面31Cに導かれる。像面31Bに形成されたリレー像は、撮像管(イメージインテンシファイヤ付きの高感度の撮像管)26またはTVカメラによって撮像される。像面31Cに形成されたリレー像は、双眼部27によって目視観察することができる。

【0036】なお、倒立顕微鏡20には、標本31を挟んで対物レンズ21の反対側に、標本31を透過照明する別の照明装置40が配置されている。この照明装置40は、ランプ光源41と、コレクターレンズ42と、拡散板43と、絞り44と、コンデンサレンズ45とで構成される。照明装置40を用いて標本31を透過照明する際、標本31を落射照明する本実施形態の顕微鏡用照明装置10は、観察光L8の光路から除外される。

【0037】上記した実施形態では、ダイクロイックミラー16とバンドパスフィルタ17とで戻り光L7を遮断したが、戻り光L7の光路上にストッパーを設けて遮断しても良い。その場合、ダイクロイックミラー16に代えて、ハーフミラー(半透鏡)を用いることもできる。また、バンドパスフィルタ17を省略することもできる。

【0038】さらに、上記した実施形態では、ダイクロイックミラー16とバンドパスフィルタ17とで戻り光L7を遮断したが、高性能なバンドパスフィルタ17を用意できればダイクロイックミラー16の代わりにハーフミラーを用いても良く、高性能なダイクロイックミラー16を用意できればバンドパスフィルタ17を省略しても良い。

【0039】また、上記した実施形態では、標本31の蛍光観察を目的とした構成(ダイクロイックミラー16、バンドパスフィルタ17を有する)を説明したが、標本31で乱反射した光を観察する場合には、ダイクロイックミラー16に代えてハーフミラーを用いれば良い。また、バンドパスフィルタ17を省略することもできる。

【0040】さらに、上記した実施形態では、レーザ光源11からの平行光をファイバ12によって拡散させたが、ファイバ12に代えて拡散板を用いることもできる。この場合、拡散板を端面12aに配置することで、コリメートレンズ13から径の拡大された平行光L2を射出できる。また、ファイバ12(拡散板)およびコリメートレンズ13に代えて、ビームエキスパンダーを用い、レーザ光源11からの平行光の径を拡大しても良い。平行光L2の径が大きいほど標本31に対する照明範囲を広くすることができる。

【0041】また、上記した実施形態では、標本31を水34の中に浸した状態で観察する顕微鏡に顕微鏡用照明装置10を組み込んだ例を説明したが、顕微鏡用照明装置10は、標本31を空気中においた状態で観察する顕微鏡にも適用できる。その場合、平行光L6の全反射

条件（上記の関係式（４））は、水３４の屈折率に相当する１．３３を空気の屈折率に相当する１．０に置き換えればよい。油浸対物レンズに限らず水浸対物レンズにも本発明は適用できる（油浸対物レンズと水浸対物レンズとを総じて液浸対物レンズと言う）。

【0042】さらに、本実施形態の顕微鏡用照明装置10を倒立顕微鏡20に組み込む例を説明した(図3)が、正立顕微鏡に組み込むこともできる。また、構成を簡略化するためにコリメートレンズ13と集光レンズ15との間を平行系としたが、非平行系で構成することもできる。

【 0 0 4 3 】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 から請求項 4 に記載した顕微鏡用照明装置によれば、対物レンズの後側焦点面内における集光光の集光点の位置を反射光学系の回転によって調整するので、対物レンズを通過して標本側に導かれた光（標本への照明光）の入射角を高精度かつ容易に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本実施形態の顕微鏡用照明装置１０の構成を示す図である。

【図２】顕微鏡用照明装置１０によって対物レンズ２１の後側焦点面２１ａに集光された光（Ｌ５）が対物レンズ２１を介して標本３１側に導かれる様子、および、全反射する平行光（Ｌ６）を用いた標本３１の照明を説明する＊

\* 図である。

【図３】倒立顕微鏡２０の構成、および、顕微鏡用照明装置１０を倒立顕微鏡２０に組み込んだ状態を示す図である。

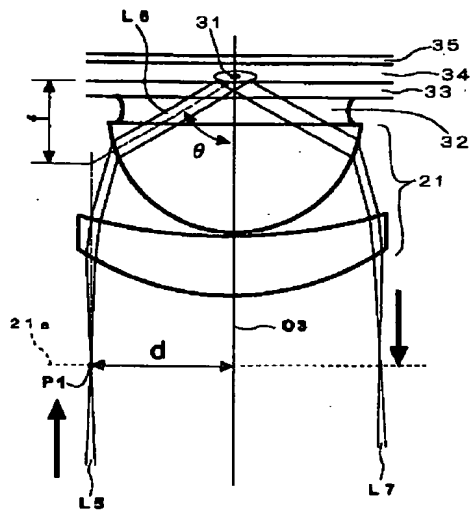
【図 4】従来の照明装置の一例を示す図である。

【図5】従来の照明装置の別の例を示す図である。

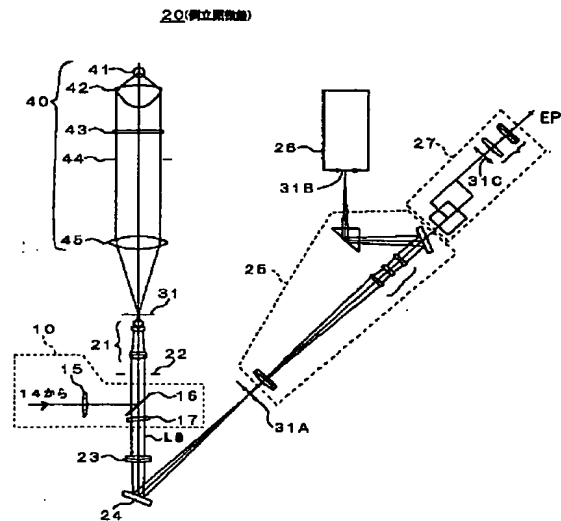
【符号の説明】

- 10 顕微鏡用照明装置
- 11 レーザ光源
- 12 ファイバ
- 13 コリメートレンズ
- 14、24 ミラー
- 15 集光レンズ
- 16 ダイクロイックミラー
- 17 バンドパスフィルタ
- 20 倒立顕微鏡
- 21 対物レンズ
- 22 胴付面
- 23 結像レンズ
- 31 標本
- 32 オイル
- 33 スライドガラス
- 34 水
- 35 カバーガラス

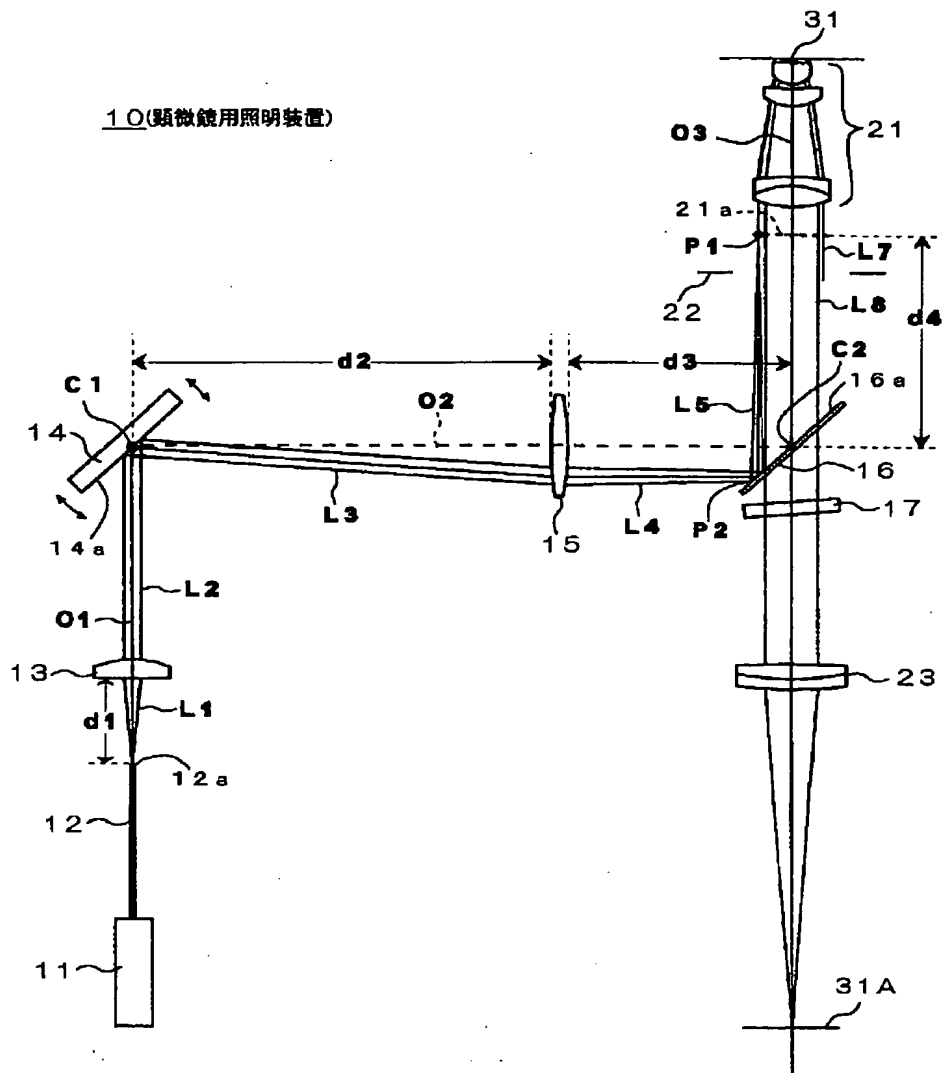
【圖2】



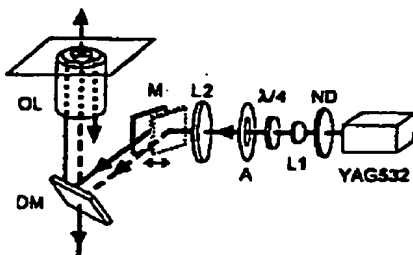
【図3】



【図1】



【図5】



【図4】

